

A „METEORPAPIROS” ÉS AZ ALATTA KIALAKULÓ CYANOPHYTA-TÖMEGPRODUKCIÓK VIZSGÁLATA A SZEGED-KÖRNYÉKI, A DÉL-ALFÖLDI ÉS A DUNA—TISZAKÖZI SZIKES TAVAKBAN

Írta: KISS ISTVÁN

Bevezetés

A „meteorpapiros” bizonyos algák tömegprodukcijával kapcsolatos természeti tűnemény, amelynek lényegét több téves hiedelem után EHRENBURG [4] tisztázta a múlt század harmincas éveiben. Mintegy 200 esztendővel korábban, 1639-ben Norvégia területén sárgás, selyempapírszerű képződményt találtak, amelynek egy darabját BERZELIUS EHRENBURGhez küldte vizsgálat céljából. E problémával kapcsolatos nagy feltűnést azonban az a „papír-eső” okozta, amelyről 1687-ben a GEORG KRÜGER által kiadott naptár is megemlékezett. Eszerint a Memeltől 7 mérföldnyire levő Rauden falu határában 1686 tavaszán egy hózivatar után a földeken fekete, nedves és kellemetlen szagú papírosszerű anyagot találtak, amely egy szemtanú szerint a hóval együtt hullott alá. KRÜGER a naptárában azt a hiedelmét közölte, hogy ez a szétmállóban levő „papiros” annak a bárkának a papírszállítmányából származik, amely a finn partok mentén korábban hajótörést szenvedett. E furcsa papírszerű anyagot később kémiaileg is vizsgálták, s ennek alapján CHLADNI 1819-ben a meteorokról szóló munkájában ezt az anyagot a „lágý meteorok” közé sorolta. ESENBECK 1825-ben a kérdéshez már valamivel közelebb került, mert a vörös hó-ról, illetve a „Meteori szervezetekről” szóló munkájában azt mondja, hogy e feltűnést keltő „papiros” a „valószínű aerophytonok” közé tartozik.

EHRENBURG az „égből aláhullott meteorpapír” rejtélyét a Chladni-féle gyűjteményből származó „meteorpapiros”-darab mikroszkópi vizsgálatával oldotta meg. Eredményeit a berlini akadémia 1838. dec. 6-iki ülésén terjedelmes előadásban ismertette. Eszerint a rejtélyes „papiros” a *Conserva crispata* (ma *Tribonema*) fonalas alga szövedékéből áll, amelynek elpusztult állományában még 8 kovaalga-félét, 17 *Desmidiáles* fajt, 1 *Volvocales* speciést és 4 nem determinált mikroszkópos állati szervezetet talált. ISTVÁNNÉ [6] az a véleménye, hogy az EHRENBURG által *Conserva*-nak determinált alga a *Cladophora crispata* (ROTH.) RABENH. speciessel azonos. EHRENBURG a Norvégiában 1639-ben talált sárga „meteorpapirosban” az *Oedogonium vesicatum* LINK algát ismerte fel. E régi algamaradványban még két kovaalgafaj kovavázát is meg tudta különböztetni. EHRENBURG még számos „algapapiros”-maradványt vizsgált meg, többek között azt az 1736-ból származó leletet is, amelyet „Oderhaut”-nak neveztek, mivel az Odera árterületéről származott, s amelynek állományát a *Cladophora fracta* elpusztult tömege alkotta. Erről az „algapapirosról” EHRENBURG az 1838-ban megjelent, Infusoriumokról szóló munkájában [3] is megemlékezik. Ugyanez a faj idézte elő azt az „Oderhaut”-ot is, amelyet COHN vizsgált meg 1849-ben. Az 1700-as évekből ISTVÁNNÉ [6] 1890-ben még két olyan leletet ismert, amelyekről annak idején EHRENBURG sem tudott. Az egyiket KNIPHOF közölte 1752-ben, a másikat STRANGE 1764-ben. A „meteorpapiros” előidézőjeként került be a *Cladophora fracta* és az *Oedogonium capillare* a RABENHORST által 1868-ban kiadott Flora Europaea Algarum III. kötetébe, valószínűleg EHRENBURG közlései alapján. A *Cladophora fracta*-ról, mint az „Oderhaut” előidézőjéről emlékezik meg KIRCHNER is [2]. HANSRIG [5] is több helyről említi.

EHRENBURG igen alapos kutatásai nyomán tisztázódott a rejtélyes „meteorpapiros” keletkezésének kérdése is. A víztérben felszaporodott algaszövedék a víz eltűnése miatt gyorsan megszárad, mielőtt még erőteljesebb bomlásnak indulna. A száraz talajfelületről a szakadozó algabevonatot a szélvihar feltépi és a magasba emeli, majd a légmozgás gyengülésével a tovább szállított száraz alga tömeg „papiros-esőként” hull alá. Hasonlóképpen szállítja a szél szubtrópusi sivatagi területeken pl.

a *Lecanora esculenta* talajfelületen élő zúzmó száraz tömegeit is, s ez a jelenség az ókorban „csodásnak” tűnt fel, s a „mannaeső” legendájára adott alapot.

Az „algapapiros” képződésének tüneténye nem ritka jelenség, ezért a nép már régóta ismeri, s különböző elnevezésekkel illeti. A németek a „Wiesentuch”, „Wiesenleder”, „Flusswatte”, az olaszok a „carta naturale”, a franciák pedig a „papier météorique” kifejezést használják. Hazánkban is számos elnevezése használatos. Szeged környékén és a Tisza mentén a régiek „tiszapamuk”- vagy „tiszapamut”-nak, a Duna—Tisza-közén pedig inkább „vízipamuk”-nak nevezték. A harmincas évek első felében Soltvadkert környékén a „székipamuk”, a tiszántúli szikes területeken pedig a „földirongy” elnevezést is hallottam. A „rétilepedő” kifejezés inkább irodalmi eredetűnek látszik, s talán a „Wiesentuch” változtatott fordítása.

A „meteorpapiros” kérdésével nálunk behatóbban RENNER [8], ISTVÁNFFI [6] és CHOLNOKY [1] foglalkoztak. Megállapításaikat röviden ismertetem.

RENNER 1879-ben Kiskundorozsma határából — valószínűleg szikes területéről — hozzá beküldött „tiszapamuk”-ot ismertetett, amelyet a *Chadophora fracta* hozott létre. A fonalszövedék között több *Bacillariophyceae* speciést is észlelt. A beküldő közölte RENNERREL, hogy a „tiszapamuk”-ot Dorozsmán nagyobb mennyiségben találták, s emiatt ez az anyag ott „... már alkalmazást is talált, amennyiben lőszőr helyett bútorokba, sőt pamuk helyett téli kabátok bélésébe is használják, amiből arra lehet következtetni, hogy egyesek már régebben is ismerték, de nagyobb mennyiségben csak az idei árvíz visszavonulása után találtatott.” Az idézett értesítéssel kapcsolatban RENNER megjegyzi, hogy ez az anyag pamut helyett merevsége és törekenysége miatt nem használható. De néhány perces főzés, majd szárítás után hajlékonyabbá válik, s így felhasználásra alkalmasabb. RENNER még arról is megemlékezik, hogy az 1830-as években a morvaországi Strasznitz mellett a Morva folyó partján a *Cladophora viadrina* KG. nagy kiterjedésű rétegeket alkotott, s e puha tömeget állítólag papiros és pamut készítésére is használták. „A mi moszatunk sejtfala sokkal vastagabb, mint a morvaországié — írja RENNER — ezért szintén lehetne vele kísérletet tenni, vajon alkalmas-e papírkészítésre, ha ugyan olyan mennyiségben fordul elő, amely a fáradtságot megérdemelné.”

ISTVÁNFFI 1890-ben egy kispesti és egy Csorba-tavi, illetőleg három németországi „meteorpapiros” vizsgálatát ismertette. Kispesten vékony és törekeny, piszkosfehér bevonatot észlelt egy tó partján, amely félméteres foszlányokban szorosan tapadt a talajhoz. Alsó felülete még zöldes színű volt. Okozója a *Cladophora fracta* (VAHL.) KÜTZ., gyaníthatólag a KÜTZING-féle *viadrina*-variáció. Ritkán előfordult benne az *Oscillatoria tenuis* var. *sordida* KÜTZ., egy *Oedogonium*, a *Hantzshia amphioxys* GRUN. és az *Aphanochaete repens* A. BRAUN. A Csorba-tavi „meteorpapirost” a *Lyngbya turfosa* (CARM.) COOKE alkotta néhány más egysejtű alga, főként kovaalga társaságában. A németországi „meteorpapirosokat” ISTVÁNFFI 1885-ben Westfália tőzeges Heide-területein gyűjtötte. A Kattenvenn-Heide területén kétféle „algapapírt” talált: az *Oedogonium tenellum* KÜTZ. piszkosfehér laza szövedékét, az üres sejtekben apró *Chroococcus* kéalgákkal, valamint egy *Tribonema* faj durvaszálú és laza szövedékét. A harmadik „algapapírost” ugyancsak Westfáliában a Coer-Heide területén gyűjtötte, amelynek sárga és puha, kb. 0,5 mm vastag rétegeit a *Microspora floccosa* (VAUCH) THURET alkotta az *Oscillatoria tenuis* AG., 21-féle kovaalga, 3-féle *Desmidiaceae* és 2-féle zöldalga társaságában. ISTVÁNFFI e munkája [6] — főként EHRENBERG nyomán — a „meteorpapiros” történetéről kiváló összefoglalást nyújtott.

CHOLNOKY [1] 1926-ban Szeged környékéről ismertetett egy világoszöld színű „meteorpapirost”, amelyet Kiskundorozsmától délre, a Matyi-víz partján szikes biotopból 1924 nyarán szedett. Ez is a *Cladophora fracta* (VAHL.) KÜTZ. pusztuló tömegeiből származott, s feltűnő jellemvonása volt, hogy szárazanyagának kb. 10%-át 28-féle kovaalga kovapáncélja alkotta. A biotop szikes jellegű természetét mutatta az is, hogy a kovaalgák között több jellegzetes brackvíz-lakó szervezet szerepelt. Ezek jelenlétét CHOLNOKY kevésbé a sok kémiai minőségére, mint inkább a víz nagy ozmotikus nyomására vezette vissza. Ilyenek pl. a nagy változatossággal fellépő *Synedra pulchella* KÜTZ., a *Synedra affinis* KÜTZ. és az *Amphora venata* KÜTZ. Ez utóbbi CHOLNOKY szerint az alföldi szikesek egyik legjellemzőbb faja, amelyet a Tiszántúl és a Duna—Tisza-köz több vidékének szikes vizeiben egyaránt megtalált. A kevés sós vízi faj csak kis egyedszámmal fordult elő. Az édesvízi fajok részben epiphytonok, részben benthikus jellegűek. Az epiphytonok vagy egyesével, vagy kolóniákat alkotva települtek a *Cladophora fracta* sejtfalára. Az egyesével települők között közönséges volt néhány *Epithemia* faj. Feltűnőnek találta CHOLNOKY e „meteorpapiros” anyagában a *Rhopalodia gibba* var. *ventricosa* (KÜTZ.) GRUNOV előfordulását, mivel ez a species inkább a hegyvidéki hideg vizeket ked-

veli, az *Epithemia* fajait ott mintegy helyettesítve. A kolóniás édesvízi epiphytonok között gyakran találta pl. a *Nitzschia hungarica* GRUN. és a *Nitzschia linearis* W. SM. előfordulását. A planktonalkotó *Cyclotella Meneghiniana* KÜTZ. „meteorpapirosbeli” előfordulását CHOLNOKY a *Cladophora* fonalak között való fennakadásával magyarázta.

A következőkben részletesen elemezzük a meteorpapiros Szeged környéki tömeges fellépését, majd a Dél-Alföld és a Duna—Tisza köze szikeseiben való előfordulásáról szólunk. A vizsgálat részletessége szerint emlékezünk meg a „meteorpapiros”-rétegek alatt fellépő *Cyanophyta*-tömegtermékekről.

A „meteorpapiros” vizsgálata a Szeged környéki, a dél-alföldi és a Duna—Tisza-közi szikes tavakban

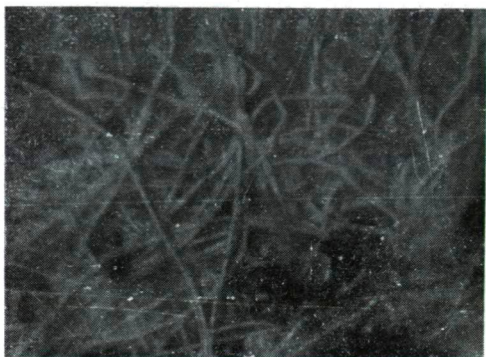
A „meteorpapiros” hazai előfordulásának ismertetett adataiból látható, hogy többségük szikes területéről, s éppen Szeged környékéről való. E jelenségre már régebben magam is felfigyeltem. Szeged környékén e képződményekkel igen gyakran találkoztunk. Jelen beszámolóhoz is elsősorban az adta az indítékot, hogy az 1970-es árvíz—belvizes esztendő során a kiskundorozsmai Nagy-szék területén a „meteorpapiros” minden eddigig felülmúló tömegekben lépett fel. A „meteorpapiros” típusos kialakulásának folyamatát itt figyelemmel kísérhettük, ezért részletesen erről emlékezünk meg. A többi előfordulásokról vázlatosabban, vagy éppen csak adatszerűen szólunk.

„Meteorpapiros”-rétegek kialakulása a kiskundorozsmai Nagy-szék területén

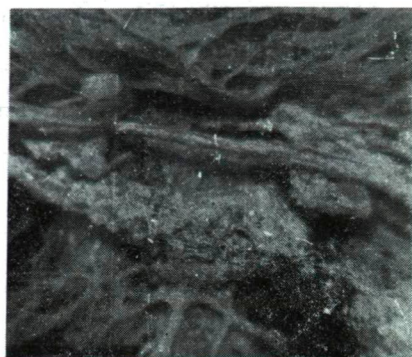
Talán nem egészen véletlenszerű az, hogy az első, szakirodalmilag is elemzett hazai „meteorpapiros”-adat Kiskundorozsma határából való. És ugyancsak nem egészen véletlen talán az sem, hogy ez a 92 esztendővel ezelőtti dorozsmai lelet szintén nagy-vizes, árvizes viszonyok nyomában keletkezett. Nem véletlen dologról írja RENNER: „... egyesek már régebben is ismerték, de nagyobb mennyiségben csak az idei árvíz visszavonulása után találtatott.” Ezt a tudósítást RENNER 1970 nyarán is méltán írhatta volna — ugyancsak Dorozsmáról. Az eddig megfigyeltek alapján szabályszerűnek látom, hogy nagy tömegekben a „meteorpapiros” mindig a levonuló nagyvizek, árvizek vagy árvízszerű belvizek nyomában jelentkezik.

Így történt ez 1970 tavaszán—nyarán is: a „meteorpapiros” hatalmas tömegei a kiskundorozsmai Nagy-széken a szokatlanul nagy víz hirtelen levonulása után „hirtelenül” tűntek elő. E jelenségnek a valószínű magyarázata az, hogy a „meteorpapiros” tömegeit leggyakrabban létesítő algaféleség, a *Cladophora fracta* fonalas zöldalga igazán nagy tömegekben való nevelődését a nem túlságosan szennyezett, csendes és eléggé mély nem állandó vizek, mint pl. a belvizek segítik elő.

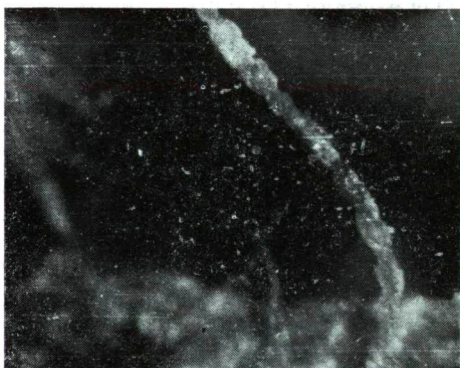
A kiskundorozsmai Nagy-szék „meteorpapirosát”, amely a szikes laposoknak szinte az egész felületét nemezszerűen betérítette, a *Cladophora fracta* KÜTZ. szinte egymagában létesítette. E zöldalga fonalai szabad szemmel is láthatók, többnyire 25—30 μ vastagok vagy még vastagabbak. Sejtjeinek hossza 50—100 μ , vagy még hosszabb. Rendkívül változékony morfológiájú szervezet, számos változatát és fejlődési állapotát írták már le. Zöld pamutszerű tömege érdes tapintású, elsősorban azért, mivel fonalainak felületén gyakran telepsznek meg epiphyton kovamoszatok. A sejtek plazmagazdagok, sok asszimilációs terméket is raktároznak. Sejtfaluk az idősődéssel folyton vastagodik, a rétegezettség gyakran jól felismerhető. Elsősorban e vastag sejtfal az oka annak, hogy az összes fonalas zöldalga között a *Cladophora fracta* az egyetlen, amely a sejtartalom pusztulása után még hosszú ideig megőrizi



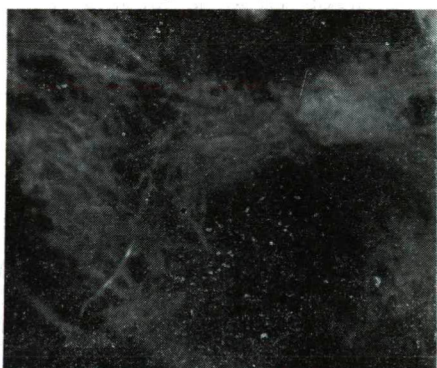
1.



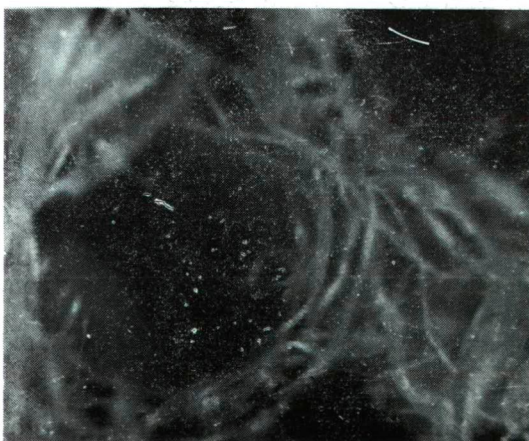
2.



3.



4.



5.



6.

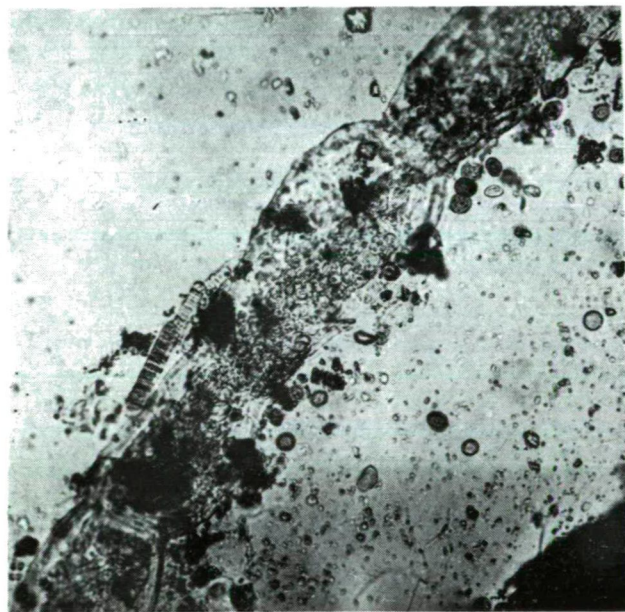
I. tábla. A meteorpapiros-rétegek sztereomikroszkópos képei: 1. A Cladophora-lemez összehpréselt kusza szövedéke. — 2. A fonalzatot talajkolloidok és a *Lyngbya*-félék gallertanyaga ragasztja össze. — 3. A Cladophora-lemez szegélyéből kiálló fonal, a „status hiemalis” állapotában. — 4. Lyuk-kezdemények a lemez felületén. — 5. Fejlett szabályos lyuk-kezdemény. — 6. Kifejlett lyuk egy részlete



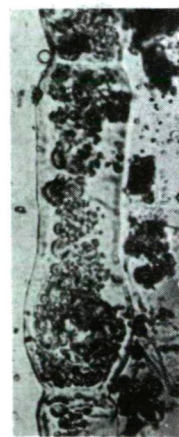
1.



2.

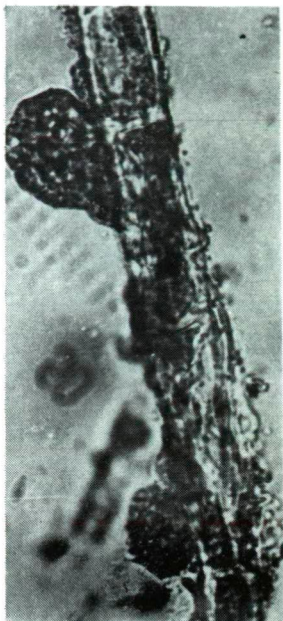


3.

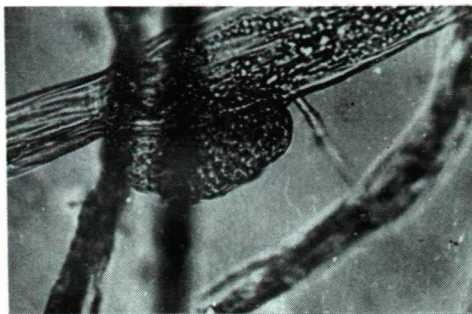


4.

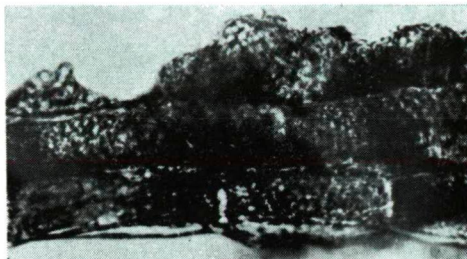
II. tábla. A *Cladophora*-bevonat meteorpapiros-réteggé alakulása száradásos pusztulás révén. 1. A pusztuló, zsugorodott fonalakban az asszimilációs termékek még jól láthatók. 400:1. — 2. Fiatal *Cladophora* fonal a pusztulás kezdetén 250:1. — 3—4. A *Cladophora* fonalak a szétesés állapotában (ősz, illetve a következő évi tavaszi kép). 300:1.



2.



1.



3.



4.



5.



6.

III. tábla. A *Cladophora fracta* meteorpapirosának társ-szervezetei: 1., 2., 3. kép: *Hydrococcus rivularis* különböző szintekből. 300:1. — 4. *Spirulina* spec. (zsugorodott állapota miatt pontosan nem determinálható). 1000:1. — 5. A *Spirulina maior* trichomája a *Cladophora* szövedékében vándorol, s közben csavarulatainak menetemelkedési szögét is változtatja. 700:1. — 6. A *Lyngbya Martensiana*. csavarodó trichomái (balra lent) és üres hüvelye (jobbra) a *Cladophora* pusztuló szövedékében. 400:1

fonólas alkatát, az egyes sejtek szétmállása nélkül. E vastag sejtfal csaknem egészében cellulózból áll, s emiatt már a papirosgyártásban is próbálkoztak vele. Állítólag a zölden szárított tömeg kellő előkészítéssel az állatok takarmányozásában is felhasználható. A Földművelésügyi Minisztérium régebben tartott algatermesztő ankétján egy Baranya megyei tsz-elnök zöld algaport mutatott be, amelyet őrléssel a *Cladophora fracta* zölden szárított tömegeiből állítottak elő.

A „meteorpapiros” keletkezésének legfőbb színhelyét, a kiskundorozsmai Nagy-szék lapos-rendszerét korábban már leírtam [7]. Ezekben a laposokban 1970 tavaszán mindenütt víz állott. 1970. V. 17-én a kb. 0,5 m mély vizekben a *Cladophora fracta* hatalmas tömegekben tenyészett. Látszólag csak a vizek tetején voltak zöld, helyenként sárguló csomós tömegei. Ha azonban egy ilyen tömeget kihúzni próbáltunk, több méter hosszan jött a víz alól a friss zöld „uszadékja”. Ez a szokatlanul nagy tömegprodukciónak jelezte, hogy a víz levonulása után a laposokban nagy „mete-



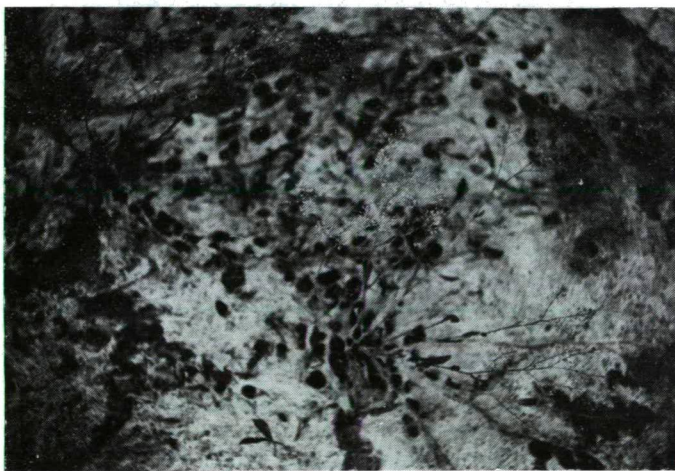
1. kép. A *Cladophora fracta* felszakadozó meteorpapiros-bevonata a kiskundorozsmai Nagy-Szék III. számú laposából.

orpapiros”-lepedőkre számíthatunk. Különösen a Nagy-szék III. számú laposát kísértem figyelemmel a „meteorpapiros” kialakulása szempontjából. Itt 1970. VI. 7-én több hektárnyi felületen mint valami „zöld paplan” burkolták be a víz felszínét a *Cladophora fracta* tömegesen a felszínre emelkedett fotoszintetizáló állományai. Évek óta tapasztalható volt, hogy a *Cladophora fracta* tömegprodukciónak mindig itt a legnagyobb mérvűek. Pedig, mint korábban észleltük: „... itt találhatók a legnagyobb kiterjedésű és legfeltűnőbb vakszikes felületek.” [7]. De talán az előbbi megállapításnak éppen a folytatása az, ami esetleg magyarázatot nyújt a szokatlanul

nagy tömegprodukcíóra. Ezek a részek ugyanis „... a lapos térszínből kissé kiemelkednek, s felületük vagy «túródásos» jellegű, azaz szemcsés, vagy sima és homokos. Az előbbieken kevésbé, az utóbbiakon viszont igen feltűnően mutatkoznak a vízfeltöréses periódusban létrejött „talajvirágzások” („flos humi”) nyomai. Ha a felületen semmi sem látható belőlük, az 1,5—2 mm-es kryptovegetációs szintben akkor is jelen van rejtett tömegprodukciónak. Ez a bőrszerű talajréteg alsó felületén alga-



2. kép. A *Cladophora fracta* „rongyosodó” meteorpapiros-lepedője a kiskundorozsmai Nagy-szék területén



3. kép. A meteorpapiros lyukacsáiból a *Lepidium cartilagineum* szárai nyúlnak ki. (Kiskundorozsma, 1970.)

bevonatos, s különösen száraz állapotban hántható le a vízfeltöréses regradációs talaj felületéről. Eddig egyedülálló jellegzetessége, hogy néha két vagy három ilyen száraz algás réteg is lefoszlatható az egykori «forrásos» foltról.” [7].

Feltételezhető, hogy a vízfeltörések révén felszínre jutó bomló szerves anyagok nemcsak a „forráskák” felületének kéalgáit serkentik növekedésre, szaporodásra,

hanem ilyen természetű hatást gyakorolnak a *Cladophora fracta* fonalaira is. Ezt még inkább alátámasztja az a körülmény is, hogy azóta itt a *Cyanoophyta*-fajok kryptogén tömegprodukcioit 5-ös, 6-os rétegekben is megtaláltuk. Ezek nyilván évek alatt halmozódhattak egymásra, amikor a tavaszi víz nem volt árvíz jellegű.

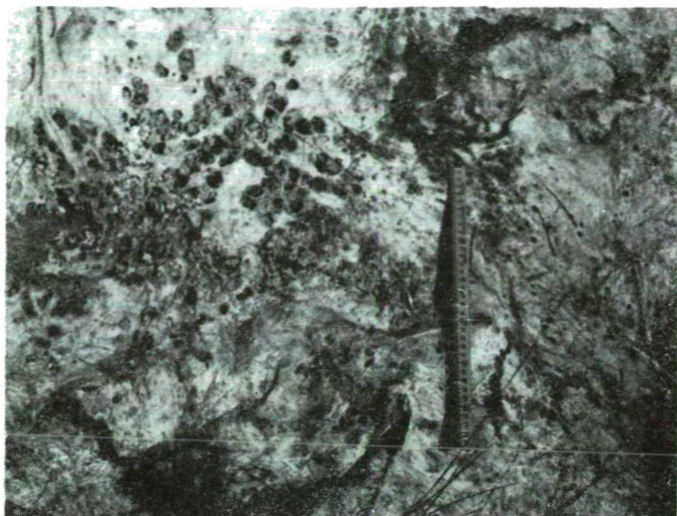
A dorozsmai laposok területén 1970. VI. 28-án a víz már sekély, a hátsabb részek már ki is állnak a vízből, s a nagytömegű *Cladophora*-produkció valóban „zöld paplan”-szerű bevonatként kezd az alzatra feküdni. A laposokról a víz VII. 20-ra teljesen eltűnt, s a *Cladophora fracta* vastag szőnyegszerű kifakuló, szürkés-fehér tömegei fedik már a talajt. Ez a szőnyeg azonban igen gyorsan rongyokra szakadozott. A 1. kép VII. 26-án készült a felszakadó „meteorpapiros”-bevonatról. A 2—5. képek is ekkor készültek.

A *Cladophora fracta* alzatra feküdt „zöld paplan”-szerű tömegei — legalábbis a felületükön — igen gyorsan elpusztulnak és kifakulnak. Mennél többször és tartósabban süti ezt a nedves felületet a nap, annál gyorsabban fakul, fehéredik, ugyanúgy, mint a régiek napra kiterített háziszöttek kendervásznai. A kiszáradt felületet mennél többször éri egy-egy kis eső, vagy a kendervásznat men-nél többször megnedvesítik, az a napon annál gyorsabban fehéredik.

A napsugárzás szárító és roncsoló hatása a fakuló „szőnyeget” is gyorsan átalakítja. A száradó algalepedő rongyokra tépődését elsősorban az okozza, hogy az algafonadék közé jelentős mennyiségű kolloidális anyag, így a kéalgák, mint pl. a *Lyngbya*-félék kocsonyás hüvelye is kerül. Ez a fonalakat helyenként valósággal összeragasztja. A kolloidok száradással járó zsugorodása olyan hatású, mintha az egységes lepedőt a szél hasogatta volna fel. A 2. képen látható állapotban persze a szél is belekaphat a rongyos darabokba, s azokat esetleg kilométerekre is elszállíthatja. Így nálunk is keletkezhet „égből-alá hulló” „meteorpapiros-eső”, különösen forgószél esetén. Ezt éppen Kiskundorozsma határában figyelhettük meg.

A száradással és zsugorodással kapcsolatos jelenség a „meteorpapiros”-lapok kilyukadása. Ezt először annak tulajdonítottuk, hogy az egységes lemez növényzetre települt, s a növények szárai szakítottak lyukakat. A 3. képen látható, hogy a lyukak többségéből a *Lepidium cartilagineum* szárai nyúlnak elő. Lyukak törnek át azonban olyan „meteorpapiros”-lemezeket is, amelyek alatt nincs növényzet. Erről tanúskodik a 4. kép, s egyben arról is tájékoztat, hogy a lyukak többsége legalább 1,5—2 cm átmérőjű. Sőt, több cm átmérőjű lyukak gyakran növényzet nélküli alzaton heverő „meteorpapiros”-rongyokon mutatkoznak. Ezt mutatja be az 5. kép. Ezen az is feltűnik, hogy a lyukak pereme felfelé hajlik, oly módon, mintha alulról nem vékony növényi szár, hanem a lyuk átmérőjének megfelelő nagyságú felületen tolt volna felfelé az „algapapirost” valamilyen nyomóerő. Ez utóbbi mibenlétét közvetlen megfigyeléssel nem tudtuk eldönteni, az azonban feltűnt, hogy a lyukak alatt többnyire jól felismerhető a nedves talajfelületen is egy-egy lyukacska, valami-féle jártnak a kiszáradzása. Kézenfekvő volt itt is részben vízfeltörésre, részben az eltemetődött növényzet bomlásából keletkező gázok szerepére gondolni. A gáz-buborékok tartós nyomása formálhatta a lyukak peremi részeit felfelé, kifelé hajlókká, mint az az 5. képen látható. Ezt a feltételezést látszik támogatni a mórahalmi Sóstó lapos partszegélyén az az észlelésem is, hogy a még nyers, vizes, irhaszerű *Cladophora*-tömeg alatt néhol igen sok kis lyukacska található, s a lyukacska-csopor-tok felett a még nyers *Cladophora*-lemez is néhány helyen kilyukad. A lyukacska-kban itt vizet nem találtam, így arra is gondolhatunk, hogy elsősorban gázok kiszabadulásának nyomai. Nagyon feltűnő volt azonban, hogy minden lyukacska belső felülete algatömegprodukciónak volt zöldre vagy kékeszöldre színezett. A 5. képen eléggé látható, hogy a felhajtott *Cladophora*-lemez alatti talajfelület sok apró lyuk által áttört.

A „meteorpapiros” lemezeinek mikroszkópos vizsgálata arról tanúskodik, hogy az említett kilyukadás igen apró, olykor csak preparálómikroszkóppal észre-



4. kép. A több centiméter átmérőjű lyukak gyakran a növényzet nélküli alzat meteorpapiros-rétegén mutatkoznak (Kiskundorozsma, 1970.)



5. kép. Lefejtett *Cladophora* réteg a mórashalmi Sóstó partszegélyén. A réteg alatti talajfelületen sok apró lyuk látható, s itt a *Cladophora* réteg is lyukacsos.

vehető lyuk-kezdeményekből indul ki. Az I. tábla sztereomikroszkópos felvételei is erről tanúskodnak. Az 1. kép a még ép lemez összepréselt kusza szövődékét szemlélteti. A 2. képen a bal felső sarokban egy kis hasadék tűnik fel, talán ilyenről kezdődik a lyuk-kezdemény kialakulása. Ez azonban nem formálódhatott tovább, mert az „algapapiros” szárait iszap, illetve a talajkolloidok, valamint a *Lyngbya*-félék ugyancsak kolloidális gallert-anyagai közben összeragasztották. Az említett réstől kissé jobbra a 2. mikrofelvételen kis gömbölyded képlet tűnik fel. Vizsgálataink

szerint az ilyen képződmény elsősorban a *Lyngbya Martensiana* összetömörült fonalzatából áll. Összeragasztó anyagként legfőképpen a *Lyngbya*-félék tömegei szerepelnek. Kialakult lyuk-kezdeményeket a 4. stereofelvételen láthatunk. A kép közepén egy „nagyobb”, jobb felső szélén pedig egy kisebb lyuk-kezdemény látható. A közöttük levő részen a *Cladophora*-tömegeket a talajrészecskék és a kolloidok összetapasztották. Az 5. stereo-felvétel egy már valamivel fejlettebb lyuk-kezdeményt ábrázol. A 6. kép kifejlett lyuk egy részletét szemlélteti. A kép alsó része kevésbé éles, mivel itt a lyuk pereme felfelé hajló, azaz kissé az optikai sík felett áll. A 3. stereo-felvétel egy „meteorpapiros” darabka szegélyéről készült. Kikülönülve tűnik elő egy vastag *Cladophora*-fonal, amely pusztulása előtt éppen fejlődése „*status hiemalis*” állapotában tartott. Tőle balra a sötét háttérben ugyancsak kikülönült vékonyabb fonalak mutatkoznak, a *Lyngbya Martensiana* trichomái. Kocsonyás hüvelyükre sok iszapszemcske tapadt.

A száradás és zsugorodás hatására nemcsak a *Cladophora* sejtek plazmája pusztul el, hanem a sejtfal is erősen deformálódik, az egyes rétegei kezdenek elválni egymástól. A II. tábla 1. képe ezt az állapotot mutatja. A sejtekben az asszimilációs produktumok kisebb-nagyobb szemcsék formájában jól felismerhetők.

Őszre a „meteorpapiros” egész tömege erősen megviselődik, s a szétmállás jelei mindinkább mutatkoznak. A felületi tömeg, amely a légköri hatásoknak inkább kitett, gyorsabban esik szét, mint a mélyebben fekvő. A II. tábla 3—4. mikrofelvételei ezt a folyamatot mutatják be. Nemcsak a *Cladophora* sejtfalai szakadnak fel és hullanak szét, hanem a közöttük levő vagy rájuk zsugorodott *Cyanophyta* fonalak is. A 3. képen látható *Cladophora* fonal bal oldalán, a középtől kissé lejjebb, az *Oscillatoria brevis* trichomája áll sötétösen. Ugyanezen fonál jobb oldalán kissé fent viszont az *Anabaena variabilis* f. *rotundospora* spórái mutatkoznak. Az idei „meteorpapiros”-réteg alatt a múlt esztendeinek is megvannak még a nyomai. Azok azonban már nemcsak erősen töredeznek, hanem porlódnak is. Sok függ attól, hogy hol helyezkednek el, illetve milyen mértékben ragasztódtak össze a kolloidális anyagoktól.

A legtöbb kialakult „meteorpapiros”-réteg alsó oldala, valamint a talaj felülete zöld vagy kékeszöld. Az alsó oldalon levő *Cladophora* fonalak még élők, legfeljebb kissé sárgulnak. Egy ilyen fonalrészlet látható a II. tábla 2. mikrofelvételen, jobb oldalán egy *Amphora* tapad. Az alsó oldal sötét kékeszöld színeződése viszont különböző *Cyanophyta* fajok tömeges jelenlététől ered. De itt tömegesebben fordulnak elő a *Bacillariophyceae* speciesei is. Valószínű, hogy a *Cyanophyta* és a *Bacillariophyceae* speciesek nagy tömegjelenléte nem egyszerűen csak az itteni egyedek felszaporodásának a következménye, hanem a felsőbb szintekből történő idevándorlásnak is. Nyilván ez az oka annak, hogy a sárguló majd fakuló és fehéredő oldalon mind kevesebb kékalga és kovaalga található. A vándorlásra képes fajok a kiszáradással párhuzamosan mind lejjebb vándorolnak. Az epiphyton kéalgák közül többnyire igen gyakori és igen nagy tömegekben található a *Hydrococcus rivularis*, amely nemcsak a „meteorpapiros”-réteg alsó oldalán, hanem a középső és felső szintjében is előfordul. A III. tábla 1. mikrofelvétele egy *Hydrococcus*-tömeget *Cladophora*-fonalon ábrázol, az „algapapiros”-réteg már pusztulóban levő középső rétegéből. A 2. mikrofelvétél *Cladophora*-fonala és a rajta levő *Hydrococcus*-tömege pedig csaknem a „meteorpapiros” felső rétegéből ered. A *Cladophora* fonalak összetapasztásában a *Hydrococcus rivularis* is jelentős szerepű. Ez jól szemlélhető a III. tábla 3. mikrofelvételen. Az összetapasztott *Cladophora* fonalak a „meteorpapiros” alsó felületéről valók.

Tapasztalataink szerint a nemezszerűen összenyomódott *Cladophora* fonalak

összetapasztásában és ragasztásában legnagyobb szerepet a *Lyngbya* fajok, különösen pedig a *Lyngbya Martensiana* játssza. Legnagyobb tömegben ezek is az „algapapiros” alsó rétegében találhatók, de előfordulnak a középső és felső rétegben is. A III. tábla 6. mikrofelvevétele a középső rétegből származó fonalatról készült. A kép bal oldalán két görbült *Lyngbya Martensiana* fonál, jobb oldalán pedig annak egy üres hüvelye látható.

A III. tábla 5. mikrofelvevétele a „meteorpapiros” alsó oldalának gazdag *Cyano-phyta*-életközösségét szemlélteti. A felvétel a *Spirulina maior* szerepét igyekszik bemutatni. Ennek a trichomája ugyanis nemcsak a kép felső részének *Lyngbya* fonalait köti össze az alsó részen levő halmazzal, hanem az utóbbiak között is még ide-oda csavarodik. Az eléggé vízhiányos közegben még csavarulatainak normális egyenletes menetemelkedési szögét is meredekebbé változtatja, trichomáját megnyújtja, mint az a kép közepe táján látható. Az alkalmazkodóképességnek is ez egyik formája. A III. tábla 4. mikrofelvevételén egyelőre közelebből nem determinálható *Spirulina* speciést mutatunk be. Részben zsugorodott állapotú, ezért méretei nem teljesen reálisak. A „meteorpapiros” alsó sötétzöld felületén több ízben előfordult. A trichoma 2,5 μ széles. Spira-szélessége 8–9 μ .

A „meteorpapiros” alsó felületén a *Bacillariophyceae* speciesei is gyakran előfordulnak. Közülük elsősorban az *Epithemia* és az *Amphora* említendők.

A „meteorpapiros” alatt a talajfelület többnyire sötétzöld vagy sötét kékeszöld tömegprodukción nevelt. A talajfelszín lyukacsáinak belső felülete is sötétzöld alगतөmegprodukción fedett. A lyukacsák 4–5 cm ig függőlegesen haladnak, s ez a szakasz többnyire algáktól színezett. Bár itt vizet e csövecskékben nem észleltünk, mégis feltételezhető, hogy ezeken keresztül a „meteorpapiros” rétegei alatt vízfeltörési folyamatok is végbemehettek. A lyukacsák csoportokban helyezkedtek el, s az ilyen talajfelületeken az alगतөmegprodukción is mindig erőteljesebb volt. Ez arra enged következtetni, hogy a felnyomódó víz az algák növekedését serkentő anyagokat is hozott magával.

A talajfelület tömegprodukciónban az „algapapiros” alsó oldalán tenyésző algák többségükben jelen voltak. De előfordultak itt más algák is, ami arra mutat, hogy ez a talajfelületi alगतөmegprodukción nem egyszerűen a „meteorpapiros” alsó oldaláról vándoroltak ide a nedvesebb körülmények közé, hanem a talajnak megvolt a maga külön algaflórája is, amely természetesen kibővült az ide lekerülő algaflékkel.

A kiskundorozsmai Nagy-szék „meteorpapirosában”, s az alatta kialakuló alगतөmegprodukciónban a következő speciesek fordultak elő:

1. *Cladophora fracta* KÜTZ. A sejtek többnyire 25–35 μ szélesek és 50–110 μ hosszúak. Több fejlődési állapota is megfigyelhető volt. Éspedig a *Cladophora fracta* var. *normalis* alakkörén belül a következők: *status hiemalis*, *status frondescens*, *status subsimplex*. Ezek között azonban átmenetek is mutatkoztak. A többséget az elágazás nélküli és egyenletes vastagságú fonalak alkották.

2. *Synechocystis salina* WISLOUCH. — A sejtek átmérője 2,5–3 μ . Csak a talajfelületen szórványosan mutatkozott.

3. *Synechococcus elongatus* NÄG. A kb. 1,5 μ széles sejtek 2 μ hosszúak. Csak a talajfelületen szórványosan fordult elő.

4. *Dactylococcopsis raphidioides* HANSG. Mérete: 17–22 \times 2–3 μ . Csak a talajfelületen volt található, olykor tömegesen.

5. *Gloeocapsa turrida* HOLLERB. Az egyedül álló sejtek 6–8 μ átmérőjűek, de többnyire 4-es vagy 8-as telepekből, s csak talajfelületen.

6. *Hydrococcus rivularis* (KÜTZ.) MENEGH. (III. tábla 1–3. kép). A 3–5 μ átmérőjű sejtek csak a *Cladophora fracta* felületén halmazokban fordultak elő.

7. *Anabaena variabilis* f. *tenuis* POPOVA. — A trichomák 3–3,5 μ szélesek és kb. ugyanilyen hosszúak. A „meteorpapirosban” és a talajfelület tömegprodukciónban egyaránt előfordult.

8. *Anabaena variabilis* f. *rotundospora* HOLLERB. A trichomák szélessége 5–6 μ . A „meteorpapiros” tömegében és a talajfelületen egyaránt előfordult.

9. *Spirulina maior* KÜTZ. III. tábla 5. kép). A trichomák szélessége 1,5–2 μ . Az „algapapirosban” és a talajfelületen egyaránt megtalálható volt.

10. *Spirulina laxissima* G. S. WEST. — A trichomák szélessége 0,8 μ . Csak a talajfelületen, s ott is csak ritkán volt található.

11. *Spirulina spec.* (III. tábla 4. kép). Méretei: trichoma 2,5 μ széles, a spira szélessége 8–9 μ , egy csavarmenet hosszúsága 13–15 μ . Fél vagy egész csavarmenetenként bizonyos befűződöttség is észlelhető volt rajta. A megvizsgált példányok láthatóan kissé zsugorodott állapotúak voltak, így a megadott méretek némelyike valószínűleg nem a normális állapotot jelenti. Emiatt pontosan nem determinálható. A „meteorpapiros” alsó felületén fordult elő.

12. *Oscillatoria brevis* KÜTZ. A trichoma 5 μ széles. Az „algapapirosban” és a talajfelületen egyaránt nagy tömegekben fordult elő.

13. *Phormidium tenue* (MENEH.) GOM. Trichomái 1,5 μ szélesek. Csak a talajfelületen volt gyakori.

14. *Lyngbya Martensiana* MENEH. A trichomák 7–8 μ szélesek. A „meteorpapirosban” és a talajfelületen tömegesen. Összetapasztó szerepű.

15. *Lyngbya Lagerheimii* (MÖB.) GOM. A fonalak 1,5 μ szélesek. Az „algapapiros” és a talajfelület tömegtermelésében egyaránt tömeges volt.

16. *Lyngbya aestuarii* (MERT.) LIEBMANN. — A trichomák 9–10 μ szélesek, többretegű hüvellyel. Csak a talajfelületen volt gyakori.

17. *Epithemia turgida* (EHR.) KÜTZ. Sejtméret: 50–60 \times 12–16 μ . Csak a „meteorpapiros” alján szórványosan, *Cladophorákra* települve.

18. *Epithemia zebra* (EHR.) KÜTZ. Sejtméret: 22–47 \times 6–8 μ . Csak az algapapiros alsó oldalán szórványosan.

19. *Navicula cryptocephala* var. *venata* (KÜTZ.) GRUN. Sejtméret: 10–15 \times 5–6 μ . Az „algapapirosban” és a talajfelületén egyaránt szórványosan mutatkozott.

20. *Navicula gregaria* DONK. Sejtméret: 14–26 \times 4–6 μ . Csak a talajfelületen volt észlelhető néhány esetben.

21. *Amphora venata* KÜTZ. Sejtméret: 15–28 \times 8–12 μ . Kevés élő egyed, s csak az „algapapiros” alsó oldalán.

A „meteorpapiros” vizsgálata egyéb Szeged környéki, a dél-alföldi és a Duna—Tisza-közi szikes tavakban

Szeged környékéről három „meteorpapiros” megfigyelést ismertetek röviden, a szegedi Fehértó, a Külső-rókusi tó és a mórashalmi Sóstó „meteorpapirosát”.

a) A szegedi Fehértó „meteorpapirosa”. Észlelési idő: 1964. VII. 26. A Tógazdaság egyik teleltető tavában a nyár elején leeresztett vízből nagytömegű *Cladophora fracta* fonalzat üledett a tófenékre, amely ott hamarosan kifakult, elpusztult. Az algabevonat alsó oldala azonban eleven, sötétzöld maradt, amelyben a következő algák voltak felismerhetők: *Oscillatoria brevis* KÜTZ., *Oscillatoria angustissima* W. ET G. S. WEST *Phormidium papyraceum* (AG.) GOM., *Lyngbya Martensiana* MENEH. *Amphora venata* KÜTZ. Az „algapapiros” alatt a tófenék talaja csak gyengén kékeszöld színeződést mutatott, amelyet egyedül az *Oscillatoria brevis* KÜTZ. hozott létre.

b) A Külső rókusi-tó „meteorpapirosa”. Észlelési idő: 1967. VIII. 6. A szegedi körtöltésen túl, a budapesti műúttól keletre fekvő szikes tó déli partján a visszahúzódó víz jelentős *Cladophora fracta* tömegeket hagyott hátra. Ezek pusztulása nyomán sűrű vagy szürkésfehér lepedők vagy csomók maradtak vissza az alzatban, illetve a parti növényzetet fennakadva. A *Cladophora*-lepedő sárgászöld alsó felületén a következő algafajok mutatkoztak: *Dactylococcopsis raphidioides* HANSG., *Anabaena spec.*, *Spirulina maior* KÜTZ., *Spirulina laxissima* G. S. WEST, *Oscillatoria brevis* (KÜTZ.) GOM., *Oscillatoria tenuis* AG., *Phormidium luridum* (KÜTZ.) GOM. A mintavételi helyen az algapapiros alatt a talaj nem volt alga-össztermelési-től színezett.

c) A mórահalmi Sóstó „meteorpapirosa”. Észlelési idő: 1970. VII. 25. A tó déli lapos partján sárgásszürke pusztuló algalepedőt találtunk, amelyet ez esetben is a *Cladophora fracta* KÜTZ. hozott létre. Az algalepedő alsó felülete különösen a csoportokban jelentkező 1—2 mm átmérőjű lyukacsák környezetében volt sötétzöld színű. A lyukacsák belső felülete is mutatta ezt az algavegetációs színeződést. A még inkább csak félig megszáradt „meteorpapirost”, alsó oldalán, a következő algák tömegtermelési színezték: *Gloeocapsa turgida* (KÜTZ.) HOLLERB., *Spirulina laxissima* G. S. WEST, *Oscillatoria brevis* (KÜTZ.) GOM., *Oscillatoria angustissima* W. ET G. S. WEST, *Phormidium luridum* (KÜTZ.) GOM., *Lyngbya Martensiana* MENEGH., *Amphora venata* KÜTZ. A talajfelületen ez utóbbi algák ugyancsak megtalálhatók voltak, de tömegtermelőként itt is az *Oscillatoria brevis* szerepelt.

A Dél-Alföld tiszántúli területén a következő 6 szikes tó vagy lapos területén észleltem „meteorpapiros” képződést: Gyopáros, Kerekő, Kisszék, ambrózfalvai „Ér”, Kardoskút—pusztaközponti Fehértó, Kakasszék-tó.

1. A gyopárosi tó „meteorpapirosa”. Észlelési idő: 1936. VII. 26. Az Orosháza nyugati határában fekvő Gyopáros nevű szikes tó déli végén, amelyet még nem vontak fürdőkultúrába, a részleges kiszáradás több száz m² kiterjedésű lepedőszerű „meteorpapirost” eredményezett. Az összeszáradt szürke vagy szürkésfehér tömeg helyenként a 2 cm vastagságot is elérte. Az „algapapiros” kialakítója ez esetben is a *Cladophora fracta* KÜTZ. volt. A réteg alsó felületén zöldes vegetációs színeződés mutatkozott, amelynek kialakításában a következő fajok szerepeltek: *Dactylococcopsis raphidioides* HANSG., *Anabaena spec.*, *Nodularia spumigena* MERT., *Oscillatoria brevis* (KÜTZ.) GOM., *Phormidium luridum* (KÜTZ.) GOM.

2. A gyopárosi Kerekő „meteorpapirosa”. Észlelési idő: 1935. X. 6. A Kerekő Gyopáros-tó mellett fekszik. Vízét már régóta fürdésre használták, ennek ellenére a *Cladophora fracta* KÜTZ. mindig nagy tömegben lépett fel benne. A tó lapos északi partján a víz visszahúzódásával a *Cladophora* nagy tömegei kerültek szárazra, s kifakulva, összetömrölve „meteorpapirossá” alakultak. Ennek alsó felületén és a talajon kékeszöld tömegtermelés mutatkozott, amelyet a következő fajok hoztak létre: *Oscillatoria brevis* KÜTZ., *Phormidium luridum* (KÜTZ.) GOM., *Lyngbya Martensiana* MENEGH., *Lyngbya aestuarii* (MERT.) LIEBMANN.

3. A Kisszék „meteorpapirosa”. Észlelési idő: 1936. VII. 25. Ez utóbbi gyűjtés alkalmával az Orosháza nyugati határában fekvő Kisszék szikes tavának keleti partján szürkésfehér, helyenként „rongyolódó”, kb. 1 cm vastag „meteorpapiros”-lepedő mutatkozott. Az itteniek ezt a bevonatot „földi rongy”-nak nevezték. Egyedül a *Cladophora fracta* KÜTZ. hozta létre. Alsó oldala sárgászöld, a talaj felülete enyhén kékeszöld. E helyeken a következő algákat találtuk: *Dactylococcopsis raphidioides* HANSG., *Gomphosphaeria aponina* KÜTZ., *Spirulina maior* KÜTZ., *Oscillatoria brevis* KÜTZ., *Oscillatoria tenuis* AG., *Phormidium luridum* (KÜTZ.) GOM., *Tetraëdron muticum* (A. BRAUN) HANSG.

4. Az ambrózfalvai „Ér” „meteorpapirosa”. Észlelési idő: 1942. VIII. 2. Az ér a községtől Ny-ra 2 km-re húzódik. Partjain a belvíz visszahúzódása nyomában „meteorpapiros”-foltok mutatkoztak. Kialakítójuk a *Cladophora fracta* KÜTZ. volt. A lepedők alsó felületén és a talajon a következő algák tömegtermelési léptek fel: *Gloeocapsa crepidinum* (RABH.) THUR., *Spirulina laxissima* W. S. WEST, *Oscillatoria brevis* KÜTZ., *Oscillatoria tenuis* var. *tergestina* (KÜTZ.) RABENH.

5. A Kardoskút—pusztaközponti Fehértó „meteorpapirosa”. Észlelési idő: 1961. VIII. 27. A kiszáradt tömeger felületén a Farkas-féle tanya tóparti kútjához közel, vékony, szürkésfehér vattaszerű bevonat volt észlelhető. E „meteorpapirost” a

Tribonema minus HAZEN és a *Tribonema subtilissimum* PASCHER elhalt tömegei alkották. Az előbbi faj többségben volt. Alattuk tömegprodukció nem alakulhatott ki az algaréteg vékonysága és a talaj kiszáradása miatt.

6. *A Kakasszéki-tó „meteorpapirosa”*. Észlelési idő: 1967. VII. 26. A szabályozatlan tómeder északi részén egy kiszáradt mederrész felületét a *Cladophora fracta* KÜTZ. „meteorpapirosa” borította. A kb. 0,5 cm vastag száraz „algapapiros” alatt inkább csak a talajfelület volt valamelyest színezett. E tömegprodukció kialakítója az *Oscillatoria brevis* KÜTZ. és a *Lyngbya Martensiana* MENEGH. volt.

A Duna—Tisza köze területén a következő 4 szikes tó medrében találtam „meteorpapirost”: soltvadkerti Hosszú-tó, bócsai Szűcs-tó, Ágasegyházai rét, fülöpházai „Szívós”-mocsár.

1. *A soltvadkerti Hosszú-tó „meteorpapirosa”*. Észlelési idő 1934. VIII. 30. A tó délnyugati, község felőli oldalán a partot kb. 50 m hosszúságban a *Cladophora fracta* „meteorpapirosa” borította. A szürkésfehér réteg alsó oldalán és a talaj felületén csak 2 algafaj volt kimutatható, az *Oscillatoria brevis* KÜTZ. és a *Lyngbya Martensiana* MENEGH.

2. *A bócsai Szűcs-tó „meteorpapirosa”*. Észlelési idő: 1934. IX. 2. A szőlőskert-településtől délre, kb. 3,5 km-re fekvő ún. Szűcs-tó vagy Szűcs-lapos csaknem teljesen kiszáradt volt. A száraz lapos felületén nagy foltokban volt észlelhető a *Cladophora fracta* KÜTZ. tömegeiből keletkezett „meteorpapiros”. A „papiros” alsó oldala is teljesen száraz és kifakult volt, s az ugyancsak száraz talajfelületen sem észleltünk alगतömegprodukciós színeződést.

3. *Az Ágasegyházi-rét „meteorpapirosa”*. Észlelési idő: 1966. VIII. 22. A községtől keletre levő mocsaras rét növényzetén fennakadva fátyolszerű szürkésfehér „meteorpapiros”-tömegek voltak találhatók. A töredező és szakadékony képződmény valószínűleg egyetlen fonalas alga pusztuló tömegeiből alakult. Az *Oedogonium* fonalak maradványai még felismerhetők, de a species nem volt determinálható.

4. *A fülöpházai „Szívós” nevű szikes mocsár „meteorpapirosa”*. Észlelési idő: 1968. XI. 22. A Kecskemét—dunaföldvári műúttól közvetlenül északra fekvő szikes mocsár nagyjából 3 vizes felületből áll. A legészakibb fekvésűnek a szegélyén szürkés „meteorpapirossal” bevont foltokat találtunk. Ez jórészt a *Cladophora fracta* KÜTZ. tömegeiből alakult, azonban kívülre még egy másik fonalas algafeleség nyomai is jelen voltak. Valószínűleg egy *Spirogyra* lehetett. A „meteorpapiros” alsó felülete és a talaj alga-tömegprodukciótól színezett, amelyekből a következő speciesek voltak determinálhatók: *Spirulina laxissima* G. S. WEST, *Oscillatoria angustissima* W. ET G. S. WEST, *Oscillatoria chalybea* MERT., *Phormidium luridum* (KÜTZ.) GOM., *Phormidium purpurascens* (KÜTZ.) GOM., *Lyngbya Martensiana* MENEGH., *Amphora venata* KÜTZ., *Gongrosira trentepohliopsis* SCHMIDLE var. *natrophila* KISS.

Végül megjegyzendő még, hogy a „meteorpapiros” fogalmába a szikes legelők és szikfokok felületét nyár közepétől—végétől helyenként beborító fekete színű, erősen összeszáradt bevonatok is besorolhatók. Ezeket a *Nostoc commune* VAUCH. tömegei hozzák létre. A *Nostoc* e területeken koratavasszal, a hóolvadással egyidőben indul fejlődésnek, s hamarosan mogyoró vagy dió, kedvezőbb körülmények között almanagyságú vagy még annál is nagyobb barnászöld tömlőszerű vagy gömbszerű telepeket hoz létre. Ezek a laposokban összegyűlő vizek peremén halmozódnak fel leginkább, s a fokozatosan visszahúzódó víz színloít alkotják. Ennek következtében a laposok peremein maradnak és ott száradnak össze, s nyáron mint fekete körök tűnnek fel. Ezeket régebben „ördög-udvar”-nak nevezték. Laposok hiányában a legelőn száradnak össze e telepek, s apró darabokra töredeznek. Ezeket

а сél könnyen felkapja, s így olykor nálunk is jelentkezhet fekete színű „papiros-eső”. A tisztántúli szikes tavak alzatán az iszap- és kolloidalkotókkal egyes kék-alga-félék is összeszáradnak, majd zsugorodva felpenderednek. Ezeket a barnás vagy lilásfekete kéregdarabokat az itteni „ördögszekérrel” együtt gyakran kergeti az őszi sél.

IRODALOM

- [1] CHOLNOKY, B.: Egy új meteorpapiros-típusról. Botanikai Közlemények 23, p. 132—138, 1926.
- [2] COHN, F.: Kryptogamen-Flora von Schlesien Algen v. O. Kirchner 1878. 72.
- [3] EHRENBURG, CH. G.: Die Infusionstierchen als vollkommene Organismen Bd. I. p. 1—548, Bd. II. p. 1—64., 1838.
- [4] EHRENBURG, CH. G.: Über das im Jahre 1686 in Curland vom Himmel gefallene Meteorpapier und über dessen Zusammensetzung aus Conferven und Infusorien. Abhandl. d. kön. Akademie der Wissensch. zu Berlin aus dem J. 1838. Berlin I—II. p. 45—58, 1839.
- [5] HANSRIG: Prodrum der Algenflora von Böhmen. Th. I. p. 81, 1886.
- [6] ISTVÁNFY, Gy.: A meteorpapierről. Term. Füzet. 16, p. 144—151, 1896.
- [7] KISS, I.: Szikes területek alga-tömegtermelési jelzései a foltos regrádáció vízfeltörési folyamatáról. Algen-Massenproduktionen auf Natronböden als Indikatoren des Wasseraufstiegs-Prozesses der fleckenweisen Regradation. Szegedi Tanárképző Főiskola Tud. Közleményei 1969. p. 31—73.
- [8] RENNER, A.: „Levélszekrény”-ben válasz. Természettudományi Közöny 11, p. 404, 1879.

ИССЛЕДОВАНИЕ „МЕТЕОРИТНОЙ БУМАГИ” И ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПОД НЕЙ МАССОВЫХ ПРОДУКЦИЙ ТИПА *CYANOPHYTA* В СОЛОНЧАКОВЫХ ОЗЁРАХ ОКРУЖНОСТЕЙ СЕГЕДА, ЮЖНОГО АЛЬФЕЛЬДА И ТЕРРИТОРИИ МЕЖДУ ДУНАЕМ И ТИССОЙ

И. Киш

В первой части автор знакомит с историей исследования „метеоритной бумаги” выделяя в ней деятельность Эренберга, потом подытоживая результаты в Венгрии говорит об исследованиях Реннера, Иштванфи и Чолноки.

Во второй части он подробно описывает процесс возникновения „метеоритной бумаги”, появившейся в огромных массах вследствие наводнения и внутренних вод 1970 года на солончаковой территории „Надь—Сек” (село Кишкундорожда, недалеко от Сегеда), потом коротко или только на основе данных говорит о нахождении на Южном Альфельде и территории Между Дунаем и Тиссой.

„Метеоритная бумага” озера „Надь—Сек” в Кишкундорожде вызвана *Cladophora fracta* и широко покрыл всю поверхность низин. В самых больших массах он появился в местах водоисточников, по которому можно думать, что среди органических веществ, попадающих на поверхность, могут быть и вещества, возбуждающие рост. Здесь на протяжении годов массовые продукции — *Cyanophyta*, возникающие под „метеоритной бумагой” образовались и в 5—6 слоях. В склеивании уничтожающихся нитей *Cladophora* выступают илестые коллоиды и коллоидальные вещества галерта вида *Lyngbya*. Из-за осушения и усадки общая покровка разрывается. Это показывают фотоснимки № 1 и 2. Между тем пластинка „альговой бумаги” в меньших или больших группах продырявится. На снимке № 3 из дырок высовываются хвосты *Lepidium cartilagineum*. Продырявливание вряд ли именно они вызывают, потому, что на снимках № 4—5 на местах дырок нет растений. На снимке № 5 хорошо видно, что наклоняется к борту дырок. Под дырками на мокрой поверхности почвы находятся тоже отдельные дырочки, которые могли образовать источники воды и газа. На снимке № 6 появляется много маленьких дырочек на поверхности почвы под поднятой, ещё влажной „альговой бумагой”. Следовательно, возможно, что дырки, появляющиеся на альговой бумаге, образованы давлением газа и воды. Микроскопическое исследование показало, что продырявливание исходило из маленьких дырочек. Стереоснимок таблицы № 3 сделан о крае „бумаги” (в состоянии *Cladophora fracta status hiemalis* налево от него трихомы *Lyngbya Martensiana*). Дервый снимок таблицы № 11 показывает уничтожившиеся клеточки *Cladophora* со своими ассимиляционными продуктами. Снимки № 2—3 показывают распад клеток в верхнем слое „альговой бумаги”. Второй снимок показывает клетку из нижней

части „бумаги“ содержащей ещё зелёные и живые нити. Кроме живого *Cladophora* видно и *Amphora*. С нижней стороны поверхности сделаны и снимки таблицы № III. Снимки № 1—3: *Hydrococcus rivularis*, 4 *Spirulina spec.*, № 5 извивается между нитями *Spirulina maior* Lyngbya, № 6 кривящиеся нити *Lyngbya Martensiana*. Под „альговой бумагой“ на поверхности почвы и на нижней стороне „бумаги“ образовалась богатая массовая продукция. В них можно было выделить всего 21 algaspecies срединных несколько *Bacillariophyceae* — species. „Метеоритные бумаги“ других мест венгерский текст коротко описывает, перечисляя и виды, вызывающие массовую продукцию под слоем „альговой бумаги“.

UNTERSUCHUNG DER „METEOROPAPIER“- UND DER DARUNTER ENTSTEHENDEN *Cyanophyten*-MASSENPRODUKTIONEN IN DEN NATRONSEEN DER UMGEBUNG VON SZEGED, IN DER SÜDLICHEN TIEFEBENE UND DES ZWISCHENSTROMLANDES ZWISCHEN DUNA UND TISZA

I. Kiss

Der I. Teil bringt eine Schilderung der Geschichte der „Meteoropapier“-Untersuchungen unter besonderer Würdigung der Arbeiten EHRENBURG auf diesem Gebiet und dann — die Ergebnisse in Ungarn zusammenfassend — eine Besprechung der Untersuchungen von RENNER, ISTVÁNYFI und CHOLNOKY.

Im II. Teil folgt eine ausführliche Darstellung des Entstehungsprozesses des im Hochwasser-Binnenwasser-Jahr 1970 auf dem natronhaltigen Boden des an das nahe Szegeds gelegene Kiskundorozsma grenzenden sogenannten „Nagy-szék“ in gewaltigen Mengen erscheinenden „Meteoropapiers“, während sein Vorkommen in der südlichen ungarischen Tiefebene und in dem Landteil zwischen Duna und Tisza nur kurz erwähnt wird.

Das „Meteoropapier“ des „Nagy-szék“ bei Dorozsma hatten *Cladophora fracta* hervorgebracht und die ganze Oberfläche der Vertiefungen dick überzogen. Die grössten Massen kamen an den Wasseraufbruchstellen zur Beobachtung, was daran denken lässt, dass sich unter den aus der Tiefe emporsteigenden organischen Stoffen auch solche befinden, die das Wachstum stimulieren. Jahre hindurch waren hier die unter den „Meteoropapieren“ entstehenden *Cyanophyten*-Massenproduktionen in 5—6 Schichten erschienen. Im Verkleben der untergehenden *Cladophora*-Fäden wirken auch die Schlammkolloide und das kolloidale Gallertmaterial der *Lyngbya*-Arten mit. Infolge des Trocknens und der Schrumpfung kommt es zum Zerreißen des einheitlichen Überzuges (s. Abbildung 1 und 2), es entstehen kleinere und grössere Löcher im „Algenpapier“. An Abbildung 3 ragen aus den Löchern die Stengel von *Lepidium cartilagineum* heraus, die Durchlöcherung dürfte aber kaum durch sie verursacht sein, denn an Abbildung 4 und 5 gibt es an den löchrigen Stellen gar keine Pflanzen. Abbildung 5 zeigt deutlich, dass der Saum der Löcher aufwärts gebogen ist; unter den Löchern auf der nassen Bodenoberfläche befinden sich ebenfalls vereinzelt kleine Löcherchen, die der Wasser- und Gasaustritt hervorgebracht haben dürfte. An Abbildung 6 werden unter dem aufgeschlagenen, noch feuchten „Algenpapier“ an der Bodenoberfläche zahlreiche winzige Öffnungen sichtbar; es ist also nicht unmöglich, dass die am „Algenpapier“ entstandenen Öffnungen der Gas- und Wasserdruck hervorgerufen haben. Mikroskopisch war festzustellen, dass die Risse von winzigen Loch-Ansätzen ausgehen; die Stereoaufnahmen an Tabelle I. bestätigen das. Die Abbildungen 1 und 2 veranschaulichen eine zusammengepreschte und verklebte Platte, 4 und 5 je ein Loch und Abbildung 6 einen Teil eines grossen Loches. Die Stereoaufnahme 3 wurde vom Rande des „Papiers“ angefertigt (*Cladophora fracta* im Status hiemalis, links davon die Trichomen von *Lyngbya Martensiana*). Abbildung 1 an Tabelle II. zeigt die zugrundegegangenen *Cladophora*-zellen mit ihren Assimilationsprodukten und Abbildung 2 und 3 den Zerfall der Zellen in der obersten Schicht des „Algenpapiers“. An Abbildung 2 stellt eine Zelle aus dem unteren, noch grüne und lebende Fäden enthaltenden Teil des „Papiers“. Neben der lebenden *Cladophora* wird auch eine *Amphora* sichtbar. Von der unteren Oberfläche stammen auch die Aufnahmen von Tabelle III., Abbildung 1—3: *Hydrococcus rivularis*, 4.: *Spirulina spec.*, 5.: *Spirulina maior* zwischen *Lyngbya*-Fäden sich windend, 6.: sich krümmende Fäden von *Lyngbya Martensiana*. Unter dem „Algenpapier“ hatte sich an der Bodenoberfläche und an der Unterseite des „Papieres“ eine reiche Massenproduktion entwickelt, an der insgesamt 21 Algenspezies — darunter einige mit *Bacillariophyceae*-Species — teilgenommen. Die „Meteoropapiere“ der übrigen Stellen sind im ungarischen Text kurz geschildert und auch die unter der „Algenpapier“-Schicht eine Massenproduktion bildenden Arten angeführt.